Aula 13

# ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

## META

Apresentar os tipos de ecossistemas de água doce do planeta e os impactos ambientais nos sistemas aquáticos.

## OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
descrever três ecossistemas aquáticos de água doce;
desenhar o diagrama de fluxo de energia e materiais um lago, mostrando as interações entre os produtores, os consumidores e os fluxos de água;
comparar e contrastar lagos eutróficos e lagos oligotróficos;
diferenciar sistema de água corrente e manancial;
explicar por que os ciclos do oxigênio e do dióxido de carbono variam no dia e na noite; e avaliar os impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos.

## PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá revisar os assuntos relativos a produtividade dos ecossistemas, ecologia trófica e ecossistema de estuário e manguezais.

# INTRODUÇÃO

Olá, caro aluno! Hoje veremos os tipos de ecossistemas de água doce e os impactos ambientais nos sistemas aquáticos. Os ecossistemas de água doce apresentam sua formação a partir da água da chuva, das corredeiras, riachos, rios e lagos, além dos tipos de vegetação e de animais que integram a cadeia alimentar. Musgos, insetos, peixes, sapos, tartarugas e aves são exemplos de seres vivos que integram este ecossistema. Os rios e lagos são ecossistemas considerados o meio de vida natural mais ameaçado do planeta. Embora ocupem apenas 1% da superfície terrestre, os ecossistemas de água doce abrigam cerca de 40% das espécies de peixes e 12% dos demais animais. Só o rio Amazonas possui mais de três mil tipos de peixes. Apesar da situação dramática em algumas partes do planeta, por causa da falta de água, os especialistas explicam que a água do planeta, de uma forma geral, nunca irá acabar. Pode acabar sim a água doce pura. "Diferentemente do petróleo, que é uma fonte de energia esgotável, a água é um recurso natural inesgotável", o que não deixa de ser uma boa notícia. No entanto, preservar os lagos e rios, deixando-os mais limpos e vivos, ajuda a manter a qualidade da água para consumo humano. Além disso, eles deixariam de carregar detritos para os oceanos. Somente agindo com consciência ambiental, poderemos salvar o Planeta Água. Pense nisso!

Rio Amazonas (Fonte: http://www.cnpm.embrapa.br).

## CÓRREGO, RIO E LAGO

As características de cada um dos três principais ecossistemas de água doce - um córrego rápido, um rio lento, um lago ou lagoa - são determinados, em parte, pela velocidade da água. O programa apresenta as principais características de cada um deles, assim como os peixes, aves e mamíferos que dependem dos ecossistemas de água doce para sobreviver.

## SISTEMA DE LAGOS E LAGOAS

Existem muitos tipos de lagoas, às vezes se formam quando canais se enchem de água, alguns em áreas baixas de antigos cursos d'água, outros em depressões criadas ao se derreter glaciares. Existem também depressões em terrenos onde um canal de água do subsolo sai à superfície criando estanques superficiais. Estas são lagoas naturais. Os humanos também são responsáveis pela criação de estanques para uso recreativo ou para agricultura, indiferentes por sua estrutura física original, possuem os mesmos padrões ecológicos (Figuras 1.1 (a) e 1.1 (b)).

As lagoas contêm três grupos de produtores: fitoplâncton (pequenas algas suspensas), plantas e algas bênticas (do fundo). Algumas algas estão aderidas às folhas e talos das plantas.

As drenagens trazem às lagoas, das áreas circundantes, matéria orgânica e nutrientes dissolvidos. O dióxido de carbono necessário para a fotossíntese provém do ar e da decomposição de matéria orgânica. Em zonas calcárias, cálcio e carbonato se adicionam à água pela dissolução de rochas calcárias. O dióxido de carbono e os carbonatos reagem formando bicarbonato. A água com bicarbonato, cálcio e magnésio se denomina água dura. As lagoas de águas brandas podem-se encontrar em áreas isentas de rochas calcárias.

Nestes ecossistemas há uma grande variedade de pequenas criaturas herbívoras que se alimentam de plantas e algas. Os peixes (herbívoros e carnívoros) vivem em lagos e lagoas que não se secam. Insetos, ovos de zooplâncton, sementes de plantas, esporos de algas, microorganismos e insetos voadores adultos são arrastados ao estanque por correntes de ar. Os pássaros e grandes predadores, como as serpentes, vão e vem.
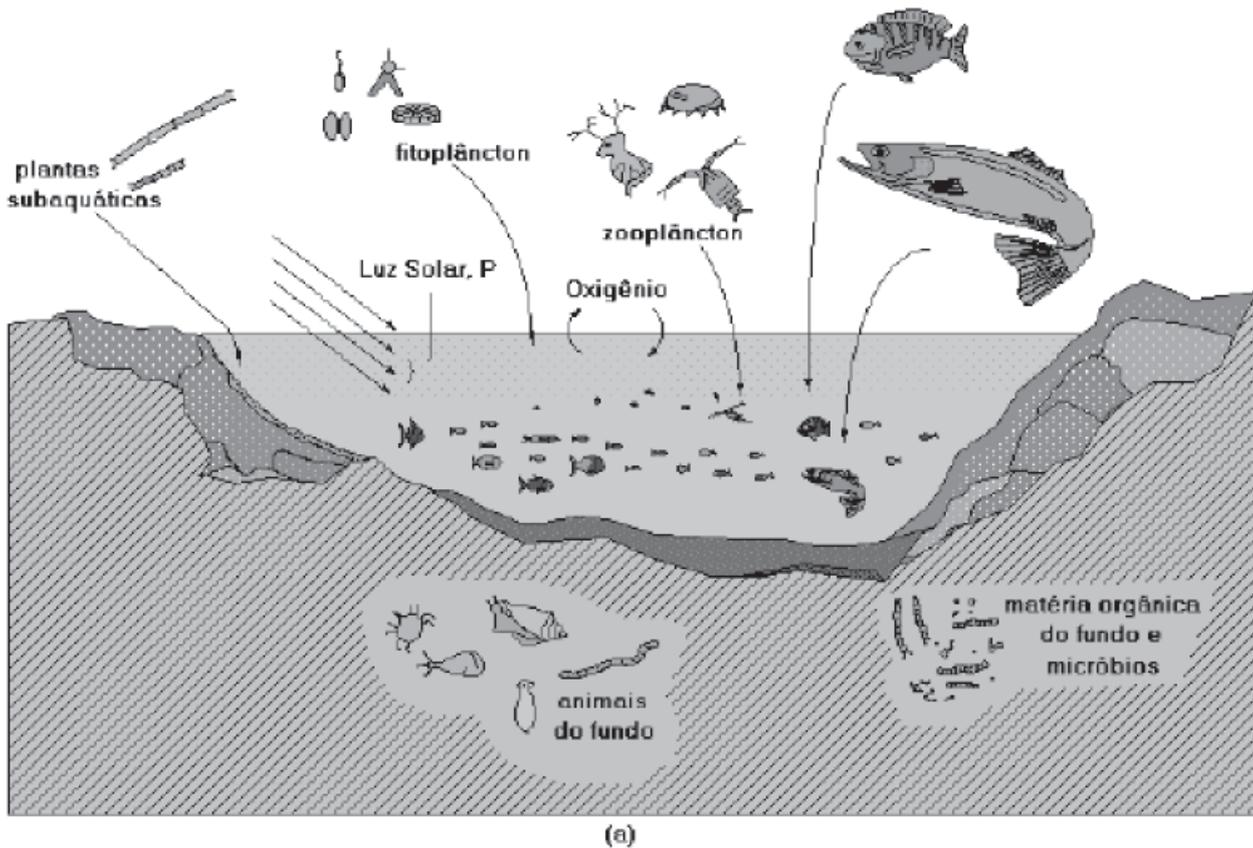
Figura 1.1 (a) Componentes de uma lagoa (açude) de água doce.

O nível da água se eleva e cai naturalmente dentro dos limites do estanque. Este fenômeno se traduz em um processo enormemente diversificado de geração de pântanos e charcos. Estas condições ajudam a manter a diversidade do ecossistema aquático e serve de prevenção à concentração excessiva de nutrientes. Esta zona é um bom habitat para a vida selvagem. A variação das condições secas e úmidas é importante para ciclos vitais de muitos organismos. A época em que a água cobre o solo se denomina hidroperíodo.

À medida que o homem se desenvolveu ao redor de lagos, ele quis manter o nível de água constante para que seus cais e botes possam estar à mão. Muitos lagos se estabilizaram utilizando controladores de fluxo. O efeito tem sido a redução de terras úmidas e da vida selvagem ao longo das margens do lago. Em vários casos é necessário restabelecer as flutuações naturais do nível da água.
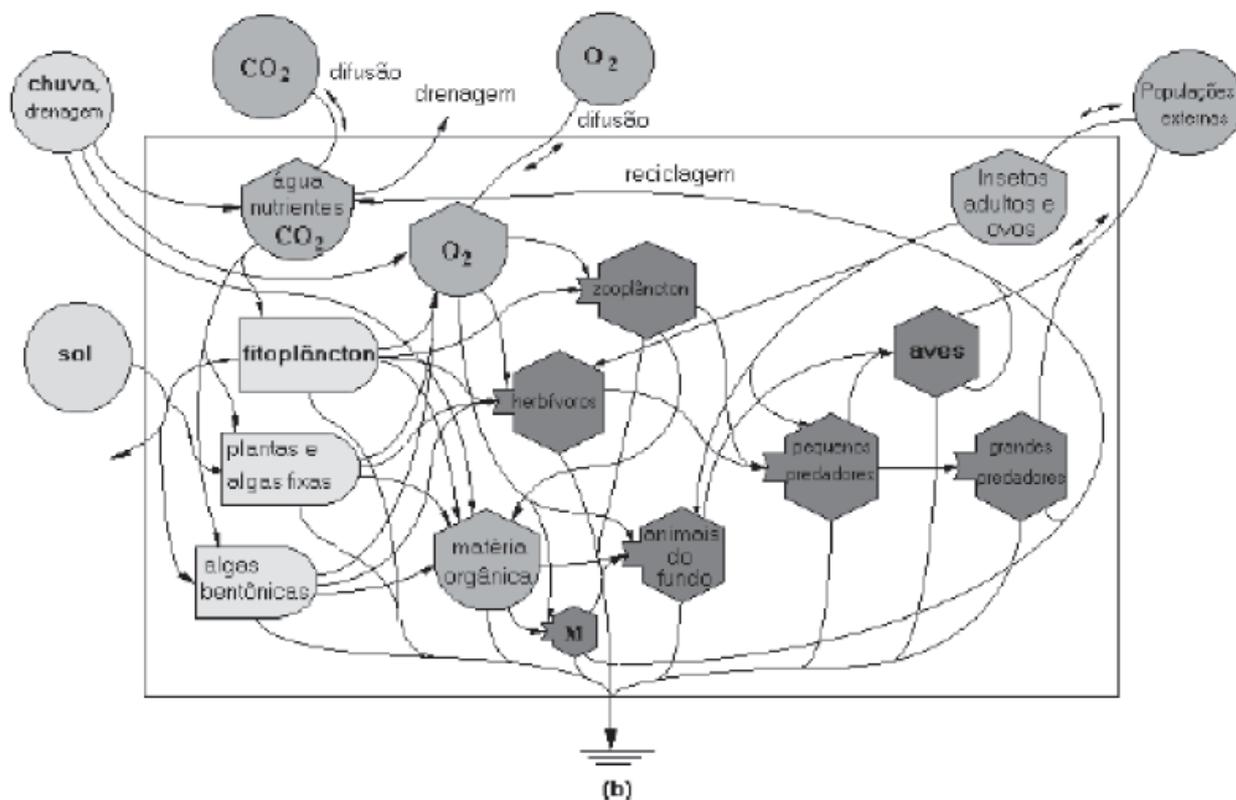
Figura 1.1 (b) Ecossistema de um estanque que mostra o armazenamento e fluxo de energia. Herbívoros: larvas de insetos, caracóis, peixes. Animais do fundo: vermes, larvas de insetos, lagostinhas, peixes. Pequenos predadores: insetos, platelmintes, sapos, rãs, peixes. Grandes predadores: peixes, serpentes e aves. M: microorganismos.

## ÁGUAS EUTRÓFICAS E OLIGOTRÓFICAS

A água com uma elevada concentração de nutrientes se denomina eutrófica, e aquela com baixa concentração de nutrientes: oligotrófica. Estes termos são úteis quando se descrevem ecossistemas de lagoas.

A máxima quantidade de gás que pode se dissolver na água (nível de saturação) depende da temperatura. Por exemplo, a água doce saturada com oxigênio a 21ºC contém 9 ppm (partes por milhão) de oxigênio; quando a temperatura aumenta, a quantidade de oxigênio dissolvido diminui, causando um excedente que se difunde fora da água. Se a temperatura diminui, o potencial de saturação da água aumenta.

Em águas eutróficas, durante um dia ensolarado, a fotossíntese é rápida e em conseqüência, o oxigênio e a matéria orgânica se formam rapidamente. A quantidade de oxigênio pode flutuar entre 30 ou 40 ppm. Algo de oxigênio se difunde desde fora do sistema, mas a maior parte se utiliza na respiração animal e vegetal. No processo de decomposição de dejetos e dissolução de matéria orgânica, os micróbios consomem a maior quantidade do oxigênio produzido durante o dia. Isto pode baixar o nível de oxigênio

em 1 ou 2 ppm ao final da noite. O nível mais baixo de oxigênio determina a capacidade de sustentação da lagoa para muitos organismos.
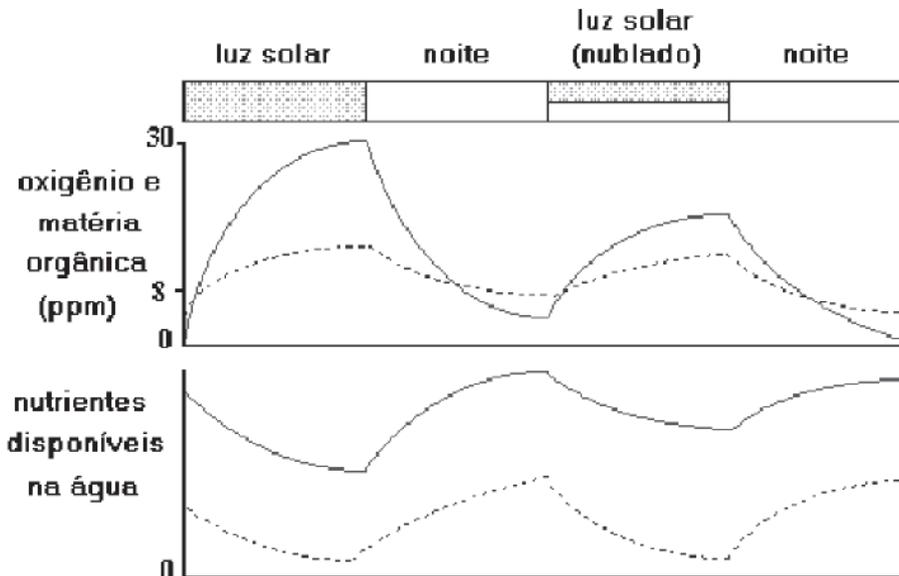
Figura 1.2 Mudanças na concentração de oxigênio, matéria orgânica e nutriente numa lagoa oligotrófica (linhas tracejadas) e uma lagoa eutrófica (linhas sólidas) ao longo de dois dias (com suas noites). Os dados de oxigênio variam de 0 a 30 ppm. Odum et al. 1997. Environment and Society in Florida)- (Cat#SL080)

A Figura 1.2 mostra essas mudanças. A variação em lagoas oligotróficas é menor devido elas possuírem baixos níveis de nutrientes para estimular a fotossíntese. Como o segundo dia foi nublado, menos luz solar incidiu na lagoa e a fotossíntese foi menor, ocasionando menor produção de oxigênio e matéria orgânica. Plantas e animais respiram dia e noite, usando oxigênio e matéria orgânica para produzirem nutrientes.

Ocasionalmente, uma mortandade de peixes pode seguir a um período de vários dias nublados. A respiração é muito maior que a produção de oxigênio e alguns peixes morrem por falta de oxigênio. Existem peixes que possuem bexigas de ar que funcionam como pulmões. Alguns peixes que vivem na superfície podem respirar tragando ar. Aves aquáticas (como patos, garças e cormoranes) vão aos lagos eutróficos para se alimentarem.

As águas oligotróficas suportam menos biomassa. Os lagos claros, com poucas algas e plantas flutuantes não possuem muita variação na dissolução de oxigênio. Usualmente são bons habitats para peixes como a truta.

O desenvolvimento de assentamentos humanos provocou a descarga de enormes quantidades de águas servidas, resíduos de agricultura e escombros de estradas aos lagos e rios. Fazendo as águas eutróficas ainda mais eutróficas, e podendo fazer eutróficas as águas oligotróficas. Com

estas condições de riqueza de nutrientes, novas espécies de plantas tomam vantagem das oportunidades.

A introdução de plantas exóticas, como os jacintos de água e as aquileas asiáticas, aguapés  que se estendem onde quer que as condições nutritivas sejam exageradas. Estas plantas têm sido tratadas como pestes: bloqueiam o movimento dos botes e interferem com a pesca e outras atividades recreativas. Em águas mais profundas, a acumulação de matéria orgânica se faz tão pesada que em climas nublados se consome muito oxigênio e se dá uma mortandade de peixes. Tentativas de remover estas plantas não têm tido êxito, a utilização de herbicidas coloca o material vegetal em decomposição na superfície da lagoa. Os decompositores liberam nutrientes e estimulam novamente o crescimento do mesmo tipo de plantas. O envenenamento rompe muitos outros aspectos do ecossistema. Criar peixes herbívoros também acelera o ciclo de regeneração de nutrientes e plantas.

A melhor solução é “simples”: manter os nutrientes ‘extra’ fora das águas navegáveis e de recreação. A medida que os fertilizantes se tornem cada vez mais caros, haverá um uso mais eficiente e menos residual. Tem-se realizado muitos esforços para conservar e reciclar nutrientes, eventualmente a maioria das águas residuais de agricultura e dejetos serão recicladas para fertilizar bosques, plantações e pastagens.

Jacinto (Fonte: http://www.aquat1ifasfl.edu).

Um método para recoletar estes nutrientes tem sido desenvolvido utilizando terras úmidas naturais: pântanos e charcos. Com a localização destas terras úmidas entre as águas residuais e rios e lagos, os nutrientes podem filtrar-se para crescimento de árvores e de pântanos e para manter “cinturões verdes” e áreas de vida selvagem.

Ainda existem lagoas oligotróficas em zonas onde a drenagem de águas inclui unicamente água de chuva ou captação de água de solos arenosos pobres em nutrientes. Apesar de que sua fertilidade não seja tão grande e a razão de crescimento seja baixo, a variedade e diversidade de sua flora e fauna são grandes. Estes lagos estão rodeados de pastos e juncos, e tendem a ser abertos. São excelentes áreas para recreação.

## CURSOS D'ÁGUA

No fluxo de água, a rede alimentar começa com as algas e com resíduos (palos, folhas, insetos mortos, etc.) da terra. As algas absorvem os nutrientes para a fotossíntese e estas por sua vez são consumidas diretamente por micróbios.

Muitos cursos d'água que fluem em zonas rochosas ou áreas arenosas são oligotróficas. Podem converter-se em eutróficos se receberem nutrientes suficientes de depósitos minerais, águas servidas e drenagem de pastagens. Algo do resíduo é decomposto por micróbios, e outro tanto flui corrente abaixo. A contribuição de restos de terra é especialmente importante em pequenas correntes de bosques, onde a água superficial está na sombra e a população de algas é muito pequena; nestas correntes, os restos orgânicos são o suporte primário para a cadeia alimentar.

Os insetos de água doce passam a maior parte de suas vidas na água como larvas se desenvolvem e voam em um grande enxame através da água. Logo após copular, as fêmeas depositam seus ovos na água. As larvas de insetos se alimentam no lodo orgânico dos dejetos e podem ser comidos por peixes carnívoros.

Existem muitos tipos de cursos:

Os cursos de pântanos de águas negras drenam lamaçais (terras úmidas que recebem principalmente água de chuva), baías e regiões pantanosas de terras altas. Estas águas contêm água de chuva e matéria orgânica resultante da decomposição de turfa pantanosa. Geralmente têm águas brandas (são ácidas e não contém muito carbonato de cálcio). A matéria orgânica dos pântanos é o produto das folhas e madeira que se decompõem muito lentamente. Se bem que os cursos podem ser negros ou de cor café, isto não significa que tenham uma falta de oxigênio letal porque a decomposição é bastante lenta. O oxigênio nestas correntes está perto da saturação média. É um balanço entre a quantidade usada e a quantidade difundida para o ar.

Existem cursos turvos que carregam sedimentos em lugares em que os rios drenam áreas de solos argilosos. Os rios tendem a ser turvos, com argila em suspensão, comumente amarelo em épocas de grande drenagem. Geralmente os peixes destes rios estão adaptados à turbidez. Quando as águas dos rios abaixam, os sedimentos se depositam contribuindo para a fertilidade do solo local.

## RIOS E MANANCIAIS

Alguns rios recebem uma grande quantidade de águas limpas de manancial, são bastante claros, motivo que os tornam favoráveis para praticar mergulho e outras recreações aquáticas.

Uma parte da água se infiltra através de áreas de areia porosa, rochas calcárias ou rochas de basalto até águas subterrâneas, estas podem surgir como um grande volume de água dura e clara de manancial. Este fluxo de água tem um moderado nível de nitratos e fosfatos. Como a água é clara, a penetração de luz é boa e se desenvolvem correntes muito produtivas com algas, plantas enraizadas, larvas de insetos e peixes. À medida que estas correntes fluem por várias milhas, recolhem dejetos e dissolvem matéria orgânica, convertendo-se em correntes similares às outras. Esses cursos são importantes como suprimentos de água, pontos de recreação e atração turística.

Ilhas do Rio São Francisco (Fonte: http://www.2.uol.com.br).

## CONCLUSÃO

Algumas características dos ecossistemas de água doce podem ser classificadas com lênticos e lóticos dependendo da velocidade da água, cor, turbidez e sedimentos. Fitoplâncton é base do funcionamento da cadeia alimentar, mas plantas e algas bênticas completam a estrutura e funcionamento desse habitat.  Os fatores abióticos tais como concentrações de dióxido de carbono, a disponibilidade de oxigênio e de nutrientes são controladores que sofrem influência externa e afetam a distribuição em zonas de luminosidade e a abundância da vida aquática.  Muitos sistemas aquáticos, tais como as águas de lagoas, são eutróficas e/ou oligotróficas e são distintas devido a capacidade saturação de nutrientes e gases durante o dia e a noite. Lagos artificiais perdem a capacidade de regeneração e resiliência devida a eutrofização. Os ecossistemas de água doce é um dos mais ameaçados do planeta, todavia os estoques de água doce e pura estão esgotando, porém apresenta capacidade de recuperar-se.

## RESUMO

Nesta aula, dividimos os ecossistemas aquáticos em sistemas de lagos e lagoas. Demos ênfase às lagoas eutróficas e oligotróficas, cursos d´águas e potencial dos rios e mananciais. Também, enumeramos alguns dos impactos ambientais relevantes.

## ATIVIDADES

1 . Defina os seguintes termos:
a) Água branda.
b) Água dura.
c) Água subterrânea.
d) Bênticas.
e) Hidroperíodo.
f) Aquático.
g) Eutrófico.
h) Oligotrófico.
i) Nível de saturação.
j) Turbidez.
k) Infiltração.
l) Sedimento.
m) Larvas.
n) Lenticos.
o) Lóticos.

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Esta atividade tem como objetivo levar o aluno a construir o seu glossário ecológico a partir do texto. Uma sugestão, consulte o http://pt.wikipedia.org/wiki

2. Reúnam-se em grupos e visitem um lago ou represa e identifique as espécies de plantas nas margens do lago, fauna associada. Colete água da superfície e do fundo do lago e leve até o laboratório de biologia e acompanhe o crescimento as algas por uma semana. Evite que mosquitos depositem ovos e larvas.  Meçam a profundidade do lago. Algumas medidas podem ser feitas empiricamente tais com o pH, temperatura da água na borda e interior.

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Esta atividade prática é uma atividade extra-classe, não é obrigatório, mas tem efeito realizador quando se vai a campo. Escolha uma lagoa e façam um planejamento de estudo. As nossas lagoas, lagos, cacimbas, represas apresentam componentes muito particulares na estrutura da vegetação, distribuição e abundância das espécies de plantas. O processo sucessional é evidente em função da idade do sistema. Os fatores climáticos influenciam na dinâmica sucessional. A presença de animais silvestres, domesticados e o homem alteram as condições e os recursos disponíveis. Quanto mais ocorrência de animais silvestres os indicadores de equilíbrio, estabilidade, resiliência e resistência serão visíveis.

3. Reúnam-se em grupos de 4 alunos, discutam e identifiquem os principais impactos nos ecossistemas aquáticos (lagos/lagoas, cacimbas, riachos, rios) de sua região?

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Para orientar esta atividade, leia o texto Impactos e conseqüências das atividades antrópicas nos ecossistemas de água doce, ele tem o caráter mais pedagógico e busca situar alguns conceitos e problemas vivenciados em nossa realidade. Os ecossistemas aquáticos normalmente são denominados como recurso hídrico dado a dependência dos organismos terrestres, agricultura, indústria, as cidades, setores energéticos etc. O texto abaixo foi adaptado e para mais informações busque no site http://www.ambientebrasil.com.br.

## IMPACTOS E CONSEQÜÊNCIAS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS NOS ECOSSISTEMAS DE ÁGUA DOCE

*Texto adaptado, para mais informações busque no site http://www.ambientebrasil.com.br.*

Os vastos recursos hídricos do Brasil têm grande significado ecológico, econômico e social. O gerenciamento, conservação e recuperação desses sistemas são, portanto, de importância fundamental com reflexos na economia, na área social e nos usos dos sistemas aquáticos.

Este gerenciamento é muito complexo, dependendo de uma forte base de dados e de desenvolvimento de mecanismos de transferência do conhecimento científico básico para a aplicação. Como há grandes diferenças geomorfológicas, ecológicas e antropológicas nas várias latitudes no Brasil, esta ação torna-se evidentemente mais complexa, pois depende de uma base local ou regional de dados e informações científicas compatíveis, com os sistemas regionais.
A exploração dos recursos hídricos para produção de energia, biomassa e irrigação, suprimento da água para os grandes centros urbanos demanda uma forte articulação entre a base de pesquisa e conhecimento científico acumulado, e as ações de gerenciamento e engenharia. Sem esta articulação que leve em conta qualidade e quantidade de água, muito pouco avanço conceitual pode ser realizado.
Além disso, é preciso levar em conta não somente o sistema aquático, mas a bacia hidrográfica, na qual ele se insere e os usos desta unidade – bacia – hidrográfica – rio - lago ou reservatório. Sem este conceito há pouca probabilidade de um gerenciamento efetivo do sistema.

## PRINCIPAIS IMPACTOS

A contínua interferência das atividades humanas nos sistemas aquáticos continentais do Brasil produziu impactos diretos ou indiretos, com conseqüência para a qualidade da água, a biota aquática e o funcionamento de lagos, rios e represas.

dade por contaminação excessiva, alteração do regime hidrológico, e outras causas acelera a deterioração dos sistemas aquáticos.
Expansão geográfica de doenças tropicais de veiculação hídrica - a construção de reservatórios, canais, e mudanças no regime dos rios e áreas alagadas, produz muitos impactos relacionados com a expansão de vetores de doenças tropicais como a esquistossomose, a leishmaniose e doenças entéricas como cólera, amebíase, e outras.
Toxicidade - há um aumento considerável da toxicidade de todos os sistemas aquáticos no Brasil. Esta contaminação é conseqüência dos usos de pesticidas, herbicidas, poluição atmosférica e também em algumas regiões de chuva ácida.

Remoção de espécies críticas - espécies críticas que têm uma importância fundamental para as cadeias alimentares, ou para a manutenção da biodiversidade sustentada dos ecossistemas aquáticos, podem ser removidas por pressão de pesca, caça ou poluição, produzindo grandes transfor-

mações no sistema. A remoção de várias espécies de vegetação ripária, produz muitas alterações no sistema aquático. Por exemplo, a remoção de espécies de vegetação, cujos frutos servem de alimento para peixes, pode causar alterações fundamentais na estrutura da comunidade biológica em ecossistemas aquáticos.

Construção de reservatórios - a construção de reservatórios de represas produz inúmeros impactos no sistema, com alterações qualitativas e quantitativas. Como conseqüência destes impactos, os sistemas aquáticos passam por inúmeras alterações e mudanças estruturais e funcionais.

## CONSEQÜÊNCIAS DOS IMPACTOS

Os impactos acima descritos produzem inúmeras alterações nos ecossistemas aquáticos, que causam modificações diretas ou com efeitos indiretos. As avaliações qualitativas e quantitativas destes impactos são parte muito importantes dos futuros estudos, diagnósticos, e ações estratégicas na pesquisa ambiental.

Eutrofização - o resultado das inúmeras descargas de água contaminada, poluída, com alta concentração de Nitrogênio e Fósforo, é um processo acelerado de eutrofização cultural (ou seja, produzida pelas atividades humanas). Eutrofização acelera o aumento de matéria orgânica nos sistemas, produz concentrações indesejáveis de fitoplâncton (com predominância de Cianofíceas), e macrófitas aquáticas (geralmente Eichornia crassipes e Pistiastratioides) e promovem um aumento de doenças de veiculação hídrica. O desenvolvimento das atividades humanas nas bacias hidrográficas tem aumentando as funções de transferências de sistemas terrestres para sistemas aquáticos, e acelerado os coeficientes de exportação. Perdas de solo podem atingir 20 toneladas/ha/ano. Acúmulo de Fósforo no sedimento é comum.

Aumento de material em suspensão e assoreamento - o uso inadequado do solo e práticas agrícolas antiquadas produzem um enorme impacto nos sistemas aquáticos. Há um aumento considerável do material em suspensão: redução da zona eufótica; redução da concentração de oxigênio dissolvido na água; redução da produção primária fitoplanctônica; mortalidade em massa de macrófitas e mortalidade em massa de peixes. Além disso, ocorre um assoreamento rápido, diminuindo a capacidade de usos dos lagos e represas.

Perda da diversidade biológica - a redução drástica da diversidade biológica em muitos sistemas, produz alterações substanciais nas cadeias tróficas e mudanças na estrutura e função dos sistemas aquáticos. Por exemplo, a remoção de macrófitas aquáticas, emersas ou submersas das áreas alagadas, interfere com a capacidade de desnitrificação do sistema.

Alterações no nível da água e no ciclo hidrológico - uma das conseqüências mais drásticas das modificações produzidas pelos impactos é a

diminuição da altura do nível da água com efeitos nos rios, nos lagos adjacentes e lagoas marginais, nas águas subterrâneas e nas florestas ripárias ao longo de rios e áreas alagadas.

Perda da capacidade tampão - áreas alagadas, florestas ripárias, interfaces entre sistemas terrestre e aquáticos são regiões tampão que removem nitrogênio (por desnitrificação) e fósforo (por precipitação e complexão no sedimento e agradado em partículas às raízes de macrófitas). Além disso, precipitam metais pesados e complexam estes elementos. Removem materiais em suspensão, impedindo seu transporte para os sistemas aquáticos. O desaparecimento destas regiões tampão, por remoção, mortali

## PRÓXIMA AULA

Em nosso décimo quarto encontro, iremos estudar os Ecossistemas Terrestres. Até lá!

## REFERÊNCIAS

ODUM, E. P.; BARRET, G.W. Fundamentos de ecologia. São Paulo: Thomson Learning/Pioneira, 2007.

ORTEGA, E. (Org.). Engenharia ecológica e agricultura sustentável. Uma introdução à metodologia emergética usando estudos de casos brasileiros. São Paulo: Unicamp, 2003. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/index.htm>.

PINTO-COELHO, R. M. Fundamentos em ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RICKLEFS, R. E. A economia da natureza. [Cidade]: Guanabara Koogan, 2003.

TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. Fundamentos em Ecologia. Porto Alegre: Artmed, 2006.